

Dämpning – Allmän Vägledning

(iPhone/iPad/Android-appdokumentation)

Version 1.005

28. huhtikuuta 2025



Förändringslogg

Datum	Version	Ändring
27.4.2025	1.005	Texten om funktionsprincipen har uppdaterats.
Datum	Version	Ändring
10.3.2025	1.004	Bilder och relaterade förklaringar borttagna
Datum	Version	Ändring
8.3.2025	1.003	Bildtexter uppdaterade
Datum	Version	Ändring
7.3.2025	1.002	Smärre ändringar av bildlayout
Datum	Version	Ändring
6.3.2025	1.001	Tillagt instruktioner för tillverkning av cylindrisk läderfot
Datum	Version	Ändring
28.2.2025	1.0	Första publicering

Innehållsförteckning

Sisällys

Förändringslogg	2
Innehållsförteckning	3
1 Terminologiförklaringar	4
1.1 <i>Tärinä, värinä, värähtely, mikrovärähtely (vibrationer, svängningar, mikrooscillationer):</i>	4
1.1.1 Termer som beskriver intensitet hos svängningar	4
1.1.2 Styrning av svängningar	4
2 Problem orsakade av vibrationer i ljudåtergivning	5
3 Introduktion till kulbehållardämpning	7
4 Underliggande teorier	8
5 Funktionsprincip	8
6 Effekten av kuldämpare på enheten	10
6.1 <i>Mätresultat</i>	10
7 Material och tillbehör	11
8 Om val av kulor	12
9 Tillverkning av dämpare	12
9.1 <i>Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot</i>	16
10 Installation av dämpare och användningsområden	18
10.1 <i>Lätta enheter</i>	19
11 Test av effekten	21
11.1 <i>REW-programvara</i>	21
11.1.1 Measurement Info: SNR (Signal-to-Noise Ratio)	21
11.1.2 Measurement Info: SDR (Signal-to-Distortion Ratio)	21
11.1.3 Clarity: C80 (Music Clarity Index)	22
11.2 <i>Tolkning av Vibration meter-resultat</i>	22
12 Erfarenheter från användare	22

1 Terminologiförklaringar

1.1 Tärinä, värinä, värähtely, mikrovärähtely (vibrationer, svängningar, mikrooscillationer):

1.1.1 Termer som beskriver intensitet hos svängningar

- **Distortion, särö, vääristymä:**
Allt som ändrar något i den ursprungliga signalen förutom dess amplitud.
- **Noise, häiriö:**
Oönskad, slumpmässig extra elektrisk eller elektromagnetisk energi som försämrar signalen och den data den bär.
- **Harmonisk distortion (Harmoninen särö):**
Oönskade ljud som uppstår när svängningar lägger till extra frekvenser i signalen.
- **Mikrofonism (mikrofonismi):**
Ett fenomen där komponenter omvandlar vibrationer till en ljudsignal.
- **Resonans (resonanssi):**
En svängning vid en viss frekvens som förstärks på grund av sin naturliga resonansfrekvens.
- **”Sjungande” kondensator (Laulava kondensaattori):**
En orsak till dålig ljudkvalitet är en ”sjungande” kondensator. Kondensatorn börjar ”sjunga” när signalens rippelström får kondensatorn att vibrera genom en piezoelektrisk effekt. Det akustiska bruset uppstår inte direkt från den vibrerande kondensatorn, utan indirekt när kondensatorn får kretskortet (PCB) att vibrera.

1.1.2 Styrning av svängningar

Inom ljudåtergivning verkar isolation, frikoppling, koppling, dämpning och dissipering på sina egna sätt, men de hänger även samman i hanteringen av vibrationer och optimering av ljudkvaliteten. Nedan beskrivs hur varje metod fungerar och vilka kärnmekanismer de har:

- **Isolation (Eristys):**
Minskar överföring av yttre vibrationer till enheten. Använder mjuka, elastiska material som exempelvis kork-gummi, silikon, sorbotan. Exempel: stålkulor i en påse eller låda med sådana material i botten.
- **Frikoppling (Irrotus, decoupling):**
Bryter svängningarnas väg i oönskad riktning. Material eller konstruktioner som separerar komponenter och minskar energitransport. Exempel: stålkulor i en påse/låda, med extra isoleringsmaterial samt filtknoppar i botten.
- **Koppling (Kyt kentä, coupling):**

Överför energi. Koppling till en yta minskar enhetens inre resonanser genom att föra över vibrationer till dämpning och dissipering. Exempel: en påse med stålkulor direkt mot enhetens underdel, utan dess originalfötter.

- **Dämpning (Vaimennus):**

Absorberar och minskar resonanser. Material som specifikt binder energi vid resonansfrekvenser, vilket förhindrar att svängningarna förstärks. Exempel: stålkulor i en påse eller låda.

- **Dissipering (Hajotus):**

Sprider och omvandlar svängningsenergi. Material och granulat, t.ex. kulor, som tar upp energi genom att omvandla den till värme och fördela den över ett större område. Exempel: stålkulor i en påse eller låda.

2 Problem orsakade av vibrationer i ljudåtergivning

Vibrationer kan orsaka många olika problem i ljudutrustning, försämra ljudkvaliteten och störa funktionen. Nedan följer de viktigaste problemen:

1. Harmonisk distortion (Harmoninen särö)

Problem:

Vibrationer kan ge upphov till extra harmoniska frekvenser som inte ingår i det ursprungliga ljudet. Till exempel kan resonanser i högtalarkabinettet tillföra oönskade frekvenser i ljudet.

Effekt:

Ljudet upplevs som orent, otydligt och ”distorderat”. Harmonisk distortion kan vara särskilt påtaglig vid låga frekvenser, där vibrationer oftast uppstår.

2. Brus (Noise, Kohina)

Problem:

Mekaniska vibrationer kan skapa lågfrekvent brus som döljer den ursprungliga ljudsignalen. Exempelvis kan vibrationer i en skivspelare föras vidare till pickup-nålen och skapa lågfrekvent muller eller annat störande brus.

Effekt:

Bruset kan förstöra lyssningsupplevelsen, särskilt under tysta musikavsnitt.

3. Resonanser (Resonanssit)

Problem:

Kapslingar i ljudutrustning, hyllor eller stativ kan resonera vid vissa frekvenser, vilket förstärker oönskade ljud. Högtalare kan överföra vibrationer till golv eller väggar, vilket i sin tur skapar resonanser i rummet. Högtalarkabinettets vibrationer kan färga ljudet och påverka återgivningens renhet.

Effekt:

Basfrekvenser kan bli ojämna och överdrivna. Hela frekvensåtergivningen kan förvrängas.

4. Elektroniska störningar i komponenter (Sähköisten komponenttien häiriöt)

Problem:

Vibrationer kan påverka interna delar i ljudutrustning, som kondensatorer, spolar och kretskort. Detta kan orsaka instabilitet såsom distortion eller avbrott i ljudet.

Effekt:

Enhetens funktion kan försämrats, och ljudet kan innehålla knäppningar eller andra störningar.

5. Försämrad signal i skivspelare (Signaalin huonontuminen levysoittimissa)

Problem:

Vibrationer kan påverka skivspelarens nål, vilket leder till att den inte följer spåret korrekt. Detta kan öka både distortion och brus.

Effekt:

Ljudet kan låta förvanskat och innehålla extra ljud såsom brum eller vibrationer.

6. Oexakt rörelse hos högtalarelement (Kaiuttimien elementtien epätarkkuus)

Problem:

Vibrationer kan överföras till högtalarelementen, störa deras rörelse och försämma ljudets återgivning. Elementen bör röra sig exakt enligt signalen, men vibrationer kan orsaka asymmetri eller oönskade rörelser.

Effekt:

Vibrationer kan skapa felaktigheter i bastonerna, försämma ljudbildens skärpa och öka bruset. Ljudbilden kan falla isär, och ljudet kan förlora skärpa.

7. Akustiska störningar i rummet (Akustiset häiriöt huonetilassa)

Problem:

Vibrationer som uppstår i utrustning eller möbler kan påverka rummets akustik och förstärka ojämnheter i basen eller andra frekvenser.

Effekt:

Den akustiska balansen försämrats, och musiken kan låta mindre naturlig.

8. Slitage och skador på komponenter (Komponenttien kuluminen ja vaurioituminen)

Problem:

Långvariga vibrationer kan orsaka mekaniskt slitage i ljudutrustningens interna delar. Exempelvis kan lödningar lossna eller spricka.

Effekt:

Enheternas livslängd förkortas och reparationsbehovet ökar.

9. Mikrofoneffekt (Mikrofoniefekti, Microphony)

Problem:

I vissa elektroniska komponenter, som rörförstärkare eller kondensatorer, kan vibrationer skapa en mikrofoneffekt där svängningar omvandlas till ljudsignaler. Exempelvis ger vibrationer i kondensatorer och induktorer upphov till distortion i ljudsignalen. Särskilt besvärliga är vibrationsproblem i klockgenerering där de förvränger klockan, och förvrängningarna följer hela ljudsystemet fram till högtalarna och dina öron.

Effekt:

Ljudet kan innehålla oönskade ”metalliska” eller ”vibrerande” toner.

10. Psykoakustisk påverkan (Psykoakustinen vaikutus)

Problem:

Även om vibrationerna inte alltid är direkt hörbara kan de ha en psykoakustisk effekt: lyssnaren upplever ljudet som obehagligt eller mindre njutbart.

Effekt:

Lyssningsupplevelsen blir mindre fängslande.

3 Introduktion till kulbehållardämpning

Kulor i en behållare är en utmärkt lösning för att dämpa vibrationer i ljudsystem av flera skäl. De utnyttjar effektivt de fysiska egenskaperna och det dynamiska beteendet hos materialen för dämpning.

Här är de viktigaste skälen:

1. Lämpligt för att öka massan.

Varför är det viktigt?

Genom att öka massan sänker man svängningsfrekvensen, eftersom en tyngre konstruktion är mindre benägen att resonera.

2. Energidispergerande effekt av rörliga kulor

Varför är det viktigt?

Vibrationsenergin sprids och absorberas effektivt när enskilda kulor rör sig i påsen och friktionen mellan dem omvandlar energi till värme.

3. Brett frekvensomfång

Varför är det viktigt?

Ljudutrustning kan vibrera inom många olika frekvenser, och effektiv dämpning kräver att dämpningen fungerar över flera frekvensområden.

Kuldämpning tillför inget nytt i signalen, utan förhindrar att dess kvalitet försämras.

Kulbehållardämpare är ett effektivt och kostnadsmässigt fördelaktigt sätt att förhindra oönskade vibrationer. De fungerar både för vibrationer som uppstår i enheterna själva och vibrationer som överförs utifrån (t.ex. genom golv eller möbler).

Troliga hörselintryck: Ökad precision i basen, förbättrad dynamik i ljudnivån och nya, tidigare ohörda detaljer uppenbarar sig. Sång och instrument låter naturliga.

4 Underliggande teorier

Kulbehållardämparnas funktionsprincip bygger på grundläggande fysikaliska fenomen såsom vibrationsenergi och dess omvandling till värme. Lösningen tillämpar flera vetenskapliga studier och artiklar.

Sökord för sökmotorer:

- Multi-unit particle dampers
- Multi-cavity particle dampers
- Multi-compartment particle dampers
- Multi-particle dampers
- Particle dampers
- Granular dampers
- Multi-unit granular dampers
- Shot dampers
- Bean Bag dampers

5 Funktionsprincip

Fysikaliskt sett baseras processen på en dämpad och påtvingad svängare (motvibration), som eliminerar oönskade vibrationer i form av en kuldämpare.

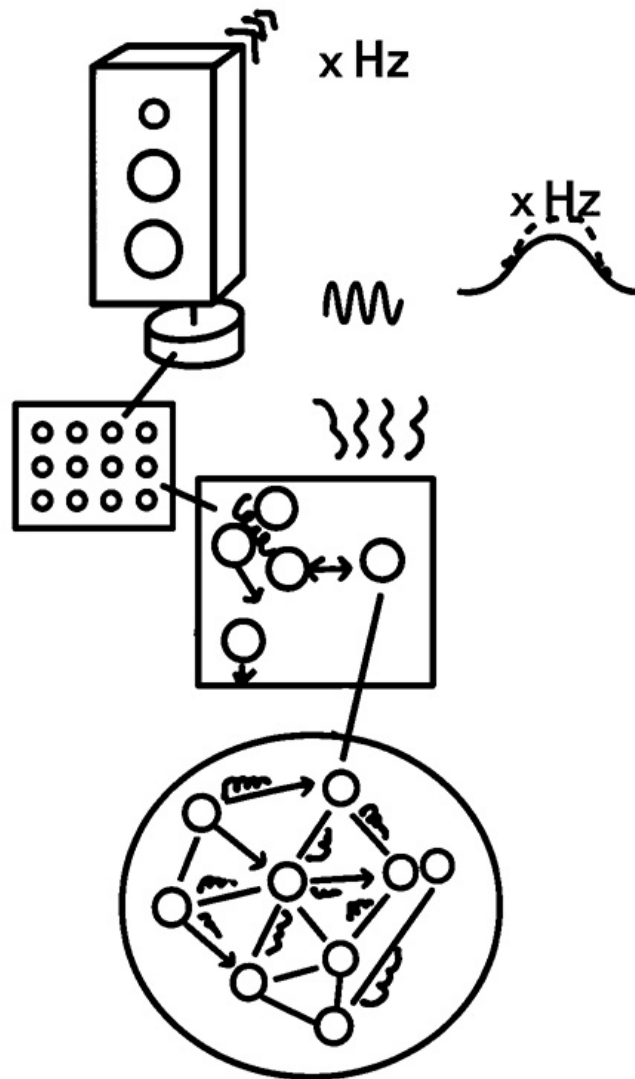
Denna önskade motvibration bygger på parametrarna (vikt hos det som ska dämpas samt kulornas storlek och sort).

Om friktionen vore för hög, skulle dämpningen ske omedelbart. Istället vill man inte ha alltför mycket friktion, utan så att kulorna låter massan ovanför vibrera fritt och jämnt, men så att svängningen snabbt dämpas då ingen yttre energi tillförs.

Dämpningen absorberar vibrationer och omvandlar dem till värme när kulorna kolliderar och

gnider mot varandra samt mot behållarens väggar. Behållarens storlek bör vara sådan att det nödvändiga antalet kulor fyller den helt. Dämpningen verkar 360 grader, horisontellt och vertikalt, i alla riktningar.

Särskilt omvandlas den kinetiska energin hos vibrationer vid resonansfrekvensen och de närliggande delfrekvenserna till värme genom olika typer av friktion.



Kuva 1: Vibration omvandlas till värme.

Delvis elastiska kollisioner är ett vanligt fenomen i många material, såsom metaller. Det beror på att materialets inre strukturer—atomer och molekyler—inte är helt ordnade utan delvis oordnade. När kulorna träffar varandra ändras deras inre strukturer till nya lägen, vilket gör att inre energi omvandlas till värme. En enda kollision bidrar lite, men kollisioner sker ständigt i stort antal, utöver att kulorna gnider mot varandra.

I högtalare, och särskilt i subwoofers, är den yttre kraften på dämparen en lågfrekvent och därmed energirik svängning vid högtalarens resonansfrekvens; denna svängning och närliggande

frekvenser dämpas. Ljudförbättringen kommer av att rummet och dess innehåll inte börjar resonera—atminstone inte via golvet—och därmed inte indirekt påverkar audioelektroniken.

Inom elektroniken fås ljudförbättring genom att isolera apparaten från externa vibrationer underifrån och dämpa apparatens egen resonansfrekvens och de närliggande frekvenserna, vilket förhindrar deras skadliga inverkan på interna komponenter, t.ex. en kondensators ”sjungande” (mikrofonism). Vibrationer överförs dessutom till apparaten via kablar.

6 Effekten av kuldämpare på enheten

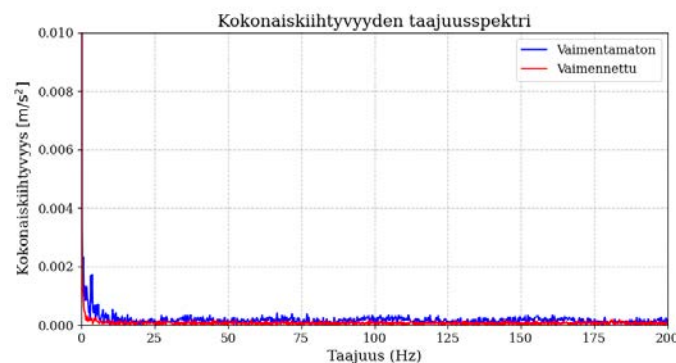
I högtalare har dämpningen en positiv inverkan på konen, talspolen och magneten samt eventuella basreflexportar. Dessutom förhindrar den att högtalarens vibrationer påverkar ljudelektroniken via rumsstrukturerna eller utrustningsstativet.

Mikrofonism: Elimineras mikrofonism, som är ett fenomen där vissa elektroniska audiokomponenter (kondensatorer, induktorer, ledningar) omvandlar oönskad vibration till en oönskad distorsionssignal.

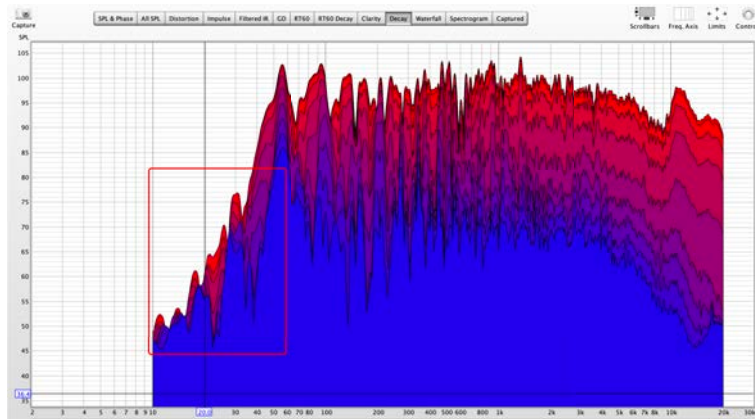
Minskar interna vibrationer: Varje audioutrustning genererar eller tar emot oönskade vibrationer. En kuldämpare hjälper till att absorbera den oönskade vibrationen och omvandla den till värme.

6.1 Mätresultat

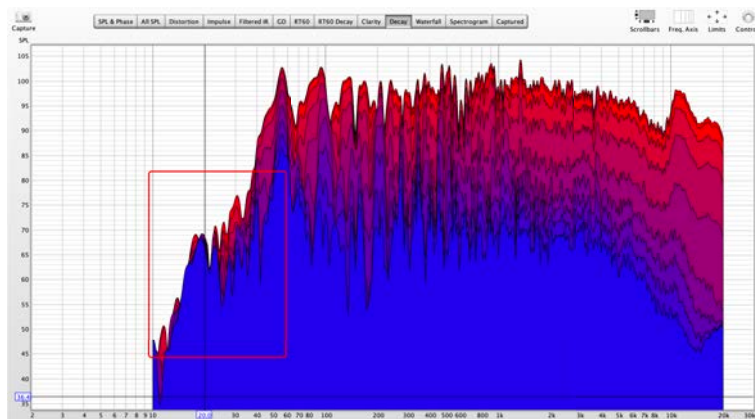
Baserat på mätdata visar dämpningen (Figur 2 och Figur 3) att den i hög grad kapar toppar i låga och lägre mellanregisterfrekvenser och påskyndar avklingningen med några dB, jämfört med situationen utan mekanisk dämpning (Figur 4). I Figur 2 och 3 ses att den skadliga vibrationen är cirka 1/20-del, jämfört med när man använder DA-omvandlarens vanliga fötter. Mätningar gjorda med programmet REW visar samma sak: avklingningen förkortas särskilt i lågfrekvensområdet, även om det finns effekt över hela frekvensregistret (Figur 4).



Kuva 2: Effekten av Hi-Fi Damping-kuldämpare på vibrationer i en RME ADI 2/4 Pro SE DA/AD-omvandlare.



Kuva 3: Avklingning med dämpning: REW-mätning med mikrofon, med Hi-Fi Damping-kuldämpare i en RME ADI 2/4 Pro SE DA/AD-omvandlare.



Kuva 4: Avklingning utan dämpning: REW-mätning med mikrofon, Hi-Fi Damping-kuldämparnas effekt på en RME ADI 2/4 Pro SE DA/AD-omvandlare.

7 Material och tillbehör

Om man vill tillverka behållarna själv, notera följande:

- **Bomull och läder:** blir inte elektrostatiska, använd dessa.
- **Tyg:** bomull (t.ex. canvas) tillräckligt starkt.
- **Läder:** helst tunt, så att det är flexibelt och kan sys i en vanlig symaskin.
- **Syttillbehör:** lädernål för handsömnad, skärande lädernål för maskinsömnad, elastisk nylontråd, mönster- eller rutat papper, markeringspenna, dragkedja, kardborreband.

Kulor:

Blanka precisionskulor, såsom 4,5 mm eller 5,0 mm stålkulor för luftvapen, lättillgängliga och billiga.

Övrigt:

En digitalvåg och ett kärl med pip är användbara, då det är lättare att mäta antalet kulor efter vikt i stället för att räkna styckvis.

8 Om val av kulor

Använd endast kulor med känd tillverkare, precisionsbearbetade, jämna och blanka av god kvalitet. Kända tillverkare är exempelvis Gamo, Umarex, SwissArmy. Mindre kulor ger bättre ljudkvalitet även vid lägre volymer, eftersom de kräver mindre energi för att flyttas.

1. Kulstorlek

- **Små kulor (1–3 mm):**
Ger hög densitet och fyller behållaren jämnt. Mycket bra för att dämpa subtila, högfrekventa vibrationer.
- **Mellan: (4–8 mm):**
Bra kompromiss mellan små och stora kulor. Erbjuder effektiv dämpning över ett brett frekvensområde.
- **Stora kulor (över 8 mm):**
Bättre för att dämpa lågfrekventa svängningar och stötar.

2. Kulmaterial

- **Stålkulor:** tunga och slitstarka, idealiska för hi-fi-bruk.
- **Rostfria stålkulor:** korrosionsbeständiga.
- **Blykulor:** mycket tunga, men inte miljövänliga.
- **Keramikkulor:** lättare, lägre dämpningsförmåga.
- **Volframkulor:** dyrast, men bäst dämpningsförmåga.

9 Tillverkning av dämpare

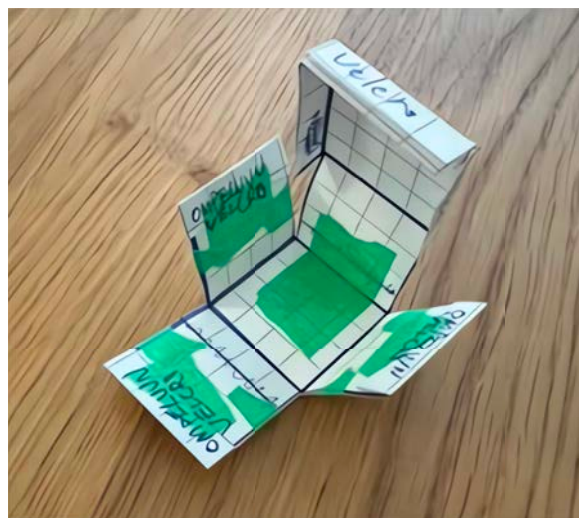
Med hjälp av **Hi-Fi Damping Calculator**-appen kan du designa en kuldämparlösning som passar din ljudutrustning. Appen ger rekommendationer om t.ex.:

- Baserat på vikten hos enheten som ska dämpas
- Antal kulor (och diameter)
- Dimensioner för varje behållare

Du kan sedan tillverka behållarna, låta en skräddare sy dem, eller köpa färdiga påsar i bomull eller tunt mjukt läder i passande storlek, cylindrar, kuber eller lådor. Du kan även skaffa lådor i papp i lämplig storlek om du behöver plan justering, t.ex. för en skivspelare.



(a) Färdig läderpåse och mätning



(b) Egenkonstruerad låda

Kuva 5: Mätning



(a) Tillbehör



(b) Stålkulor

Kuva 6: Material



(a) Cylindrisk pappbehållare, fylld med kulor

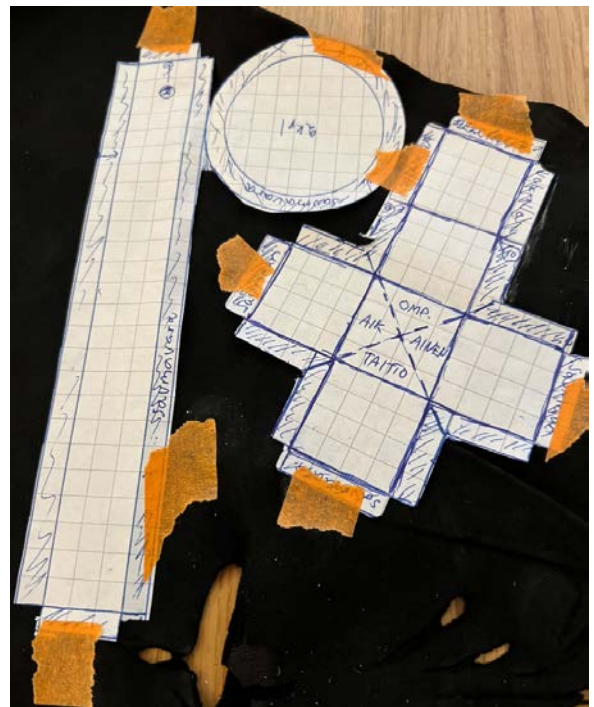


(b) Trälåda i rektangelform, fylld med kulor

Kuva 7: Olika typer av behållare



(a) Plastbehållare, fylld med kulor



(b) Mönster utlagda för tillskärning

Kuva 8: Olika behållare och mönster



(a) Läderpåse för mynt



(b) Läderpåse för socker

Kuva 9: Läderpåsar



(a) Träbehållare



(b) Träbehållare

Kuva 10: Träbehållare i olika former



(a) Svarta kartongaskar



(b) Ljusa kartongaskar

Kuva 11: Kartongaskar som kan hittas på nätbutiker med sökorden gåvoask, smyckesask eller pappask

I Figur 12a visas två cylindriska läderdelar motsatta och staplade. Den ena, "loket", har 2 mm större diameter än botten. I bottenstycket läggs rätt antal kulor, båda styckena klipps till rätt och lika höjd och locket skjuts över bottenstycket, vilket ger dubbla väggar och en så kallad cylinder-knapp-fot. Den är lätt att göra, lätt att justera och kan bli precis så snygg som man vill, så länge lädret är ca 1 mm tjockt och mjukt.



(a) Läderbehållare, fylld med kulor



(b) Läderbehållare

Kuva 12: Läderbehållare

9.1 Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot

Nedan följer instruktioner för att tillverka en cylindrisk läderfot:

1. Figur 13a: Klipp ut två cylindrar baserat på de inre mått du fått från mobilappen. Den som ska bli lock bör vara 2 mm vidare i diameter än den som ska bli botten.

2. Figur 13b: Sy cylindrarna avigan utåt.
3. Figur 14a: Vänd båda cylindrarna rätt, så utsidan hamnar utåt.
4. Figur 14b: Ta den mindre cylindern, dvs. botten.
5. Figur 15a: Fyll botten med antalet kulor som mobilappen föreslår, och klipp ev. av överskottslängd.
6. Figur 15b: Klipp ev. av locket och trä det över botten så att du får:
7. Figur 16a: En läderbehållare med kulor i form av en fot för dämpning.

Du kan lika gärna använda bomullscanvas. Om du använder läder som på bilderna, använd ca 1 mm tjockt mjukt läder.



(a) Steg 1



(b) Steg 2

Kuva 13: Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot. På bilden är det en prototyp med en häftapparat, men i den slutliga versionen rekommenderas en vanlig symaskin med lädernål eller handsömnad.



(a) Steg 3



(b) Steg 4

Kuva 14: Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot



(a) Steg 5



(b) Steg 6

Kuva 15: Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot



(a) Steg 7

Kuva 16: Tillverkningsprocess av cylindrisk läderfot

10 Installation av dämpare och användningsområden

Isolera alltid först de större källorna till vibrationer: högtalare, subwoofers och Helmholtz-resonatorer (eller liknande).

- **Golvsituation:**

- Ett flytande parkettgolv kan vibrera, så isolering är viktigt.
- Om golvet är fast kan det vara mindre betydande, och en stabil koppling till golvet kan ibland vara bättre.

- **Högtalarens stabilitet vs. isolering:**

- Dämpare under högtalaren påverkar dess höjd.
- Man måste balansera högtalarens stabilitet och isolering.

- **Intern mikrovibration i ljudutrustning:**

- Montera (3–6) dämpare direkt mot enhetens bottenchassi.
- Fördela enhetens vikt jämt på respektive dämpare.

- **Kombinationer av flera material:**

- Du kan använda olika fyllnadsmaterial i olika påsar, vilket ger dämpning över flera frekvensområden.

- **Dämpning av kablar:**

- För kablar är kuldämpare vanligtvis inte lämpliga eftersom kablarnas massa är liten.

”The signal used by your system, be it digital or analog, through tube or solid state, is always alternating current...”

(Källa: <https://www.cardas.com/deep-dive>)

10.1 Lätta enheter

Under enheten bör du placera kulbehållardämpare med det rätta antalet kulor (beräknat av appen) utan annan dämpning (som enhetens originalfötter), med undantag för högtalare som ofta har egna inbyggda fötter för stabilitet.

Men ovanpå både lätta och tyngre enheter lönar det sig nästan alltid att lägga ytterligare granulärt material för att bredda vibrationskontrollens frekvensomfång, eftersom svängningar kan uppstå på fler ställen än bara enhetens egen huvudresonansfrekvens (t.ex. från rumsstrukturer, luft, kablar och inne i enheten).

Ovanpå enheterna, särskilt lätta audioelektronikenheter, är det bra att lägga påsar, lådor eller förvaringar innehållande olika typer av granulära material, som stålkulor, sand, teknisk gum-migranulat, pulver, i princip vad som helst. Det är inte nödvändigt att blanda dem; man kan ha separata behållare för olika material.

- Separata behållare kan även fördela massan på olika ställen, vilket kan vara en fördel för strukturell balans.

- **Kollision och friktionsdynamik**

- När partiklar av olika storlek eller material **finns i samma behållare**, kan de kollidera med varandra. Detta skapar ett komplext (och ofta mycket effektivt energidämpande) fenomen, eftersom partikelkollisioner ökar entropin och sprider energin åt flera håll.
- Om olika typer av partiklar **finns i olika behållare**, påverkar de inte varandra direkt via kollision, utan varje behållare verkar som sin egen dämparkrets. Separata

behållare kan dock designas för att komplettera varandra.

- **Blandning, packning och segregation**

- Partiklar med olika storlek eller vikt kan **segregeras** (sorteras) vid rörelse i en behållare så att tyngre eller större partiklar lägger sig i botten och lättare i toppen. Detta kan antingen hjälpa eller stjälpa dämpningen beroende på omständigheterna. Ibland kan rätt sortering öka friktionen, men ibland leder det till att vissa partiklar inte längre rör sig fritt.
- **I separata behållare** kan man undvika oönskad segregation eller kontrollera den bättre (t.ex. om varje behållare endast innehåller en viss storlek av partikel).

- **Täcka olika frekvensområden**

- Tanken är att varje material/partikeltyp är ”optimerad” för att dämpa vissa sorters eller frekvensområdets vibrationer (t.ex. tunga stålkulor för större amplituder, medan lättare eller mer friktionsbenägna korn svarar mer på små rörelser).
- **Blandade i samma behållare** kan effekterna tillsammans täcka ett brett område men blir mer svårförutsägbara.
- **I olika behållare** kan man specificera geometriska (storlek, form) och materialmässiga (densitet, hårdhet) parametrar för var och en, så att varje behållare är ”skräddarsydd” för ett bestämt svängningsområde. Därmed uppnår man en kontrollerad flerfrekvensdämpning.

Dämpare placerade ovanpå tillför även extra totalvikt till enheten, vilket ökar stabiliteten.

Som extra viktmateriäl i form av sand är ökensand fördelaktigt, då den är naturligt rundad och jämn. Den är utmärkt för att lägga vikt på lätta enheter och ger dessutom dämpning över ett brett frekvensområde.



Kuva 17: Extra tyngd i form av ökensand i ett svart läderfodral

11 Test av effekten

Du kan märka skillnaden med hörseln eller genom att använda t.ex. Vibration meter-appen.

Test före och efter dämpning:

- Jämför mätningar med samma testmusik och volym.
- Mät på enhetens ovansida, på golvet, på en hylla osv.

11.1 REW-programvara

Gratisprogrammet **REW** (Room EQ Wizard) möjliggör före-efter-jämförelser.

- THD (Total Harmonic Distortion) och THD+N.
- Lägre distorsion visar på effektiv isolering och dämpning.
- REW talar inte om hur ”behagligt” ljudet är—det är subjektivt.



Kuva 18: Mätning med REW:s realtidsanalys (RTA)

11.1.1 Measurement Info: SNR (Signal-to-Noise Ratio)

SNR beskriver signalstyrkan i förhållande till bakgrundsbrus. Dämpare kan minska mekanisk vibration och därmed sänka bruset, vilket förbättrar SNR.

11.1.2 Measurement Info: SDR (Signal-to-Distortion Ratio)

SDR visar signalstyrkan i förhållande till harmonisk distorsion. Dämpare kan minska den harmoniska distorsionen orsakad av resonans och vibration.

11.1.3 Clarity: C80 (Music Clarity Index)

C80 anger musikens klarhet genom att se på hur stor del av ljudenergin som anländer inom de första 80 millisekunderna jämfört med den energi som anländer senare.

Dämpare kan förbättra C80-värdet genom att minska reflektioner och resonanser orsakade av vibrationer.

11.2 Tolkning av Vibration meter-resultat

- **Peak (huippuarvo):** Visar vibrationens maximala intensitet.
- **RMS (Root Mean Square):** Anger vibrationens medelvärde över tiden.
- **Frekvenser (Taajuudet):** Hur påverkar olika frekvenser (t.ex. basområdet) vibrationerna?

Minskar toppvärdena (Peak)? Sjunker RMS-värdet? Förändringar i basområdet (20–200 Hz) är ofta betydande om dämpningen fungerar väl.

12 Erfarenheter från användare

"Nu när jag har lyssnat på musik i flera dagar, över olika genrer (jazz, bluegrass, indie, blues) på inlyssnade album, har jag märkt följande:"

- Ökad detaljrikedom / artikulation.
- Ökad närvaro.
- Musiken återges renare, utan distorsion, vilket ibland får mig att skruva upp volymen mer.
- Ljudet har mer värme och detaljer tack vare mindre resonans.
- Skillnaden är förbluffande stor, och jag skulle inte kunna vara utan dessa dämpare längre!
- Lusten att lyssna på musik har nått nya nivåer, eftersom redan välkända inspelningar nu bjuder på nya aha-upplevelser.